



HOW ACID RAIN AFFECTS FORESTS, CROPS AND WILDLIFE

INTRODUCTION

Symptoms of forest decline have been observed in areas of North America for many years. The visible signs include dieback of twigs and branches in the tree crown, the production of smaller leaves and premature autumn coloration in foliage. The current decline of maple and hardwood in Canada appears to be more severe and more extensive than those of the past. Studies conducted in Ontario and Quebec indicate that acid deposition -- and other air pollutants transported over long distances -- may be contributing to forest decline.

THE ROLE OF THE FOREST

Forests play a vital role in the life of our planet. Through photosynthesis, carbon dioxide and water react with sunlight to form organic matter and generate oxygen. This process allows plants to store energy derived from the sun and provide the basic carbon materials which become plant tissues.

Plants produce foliage, woody tissues, roots, flowers, fruit and seeds. Eventually, all these tissues fall to the soil. Dead leaves, tree litter, fallen wood and dead roots provide the sources of energy and nutrients for fungi, bacteria, insects, earthworms and other animals. The living forest provides shelter, nesting sites and food for many animal species and helps to store water.

In addition, forests support the economy through the lumber industry, hunting, fishing and recreational activities.

LES EFFETS DES PLUIES ACIDES SUR LES FORÊTS, LES CULTURES, LA FAUNE ET LA FLORE

INTRODUCTION

Il y a de nombreuses années qu'on observe un dépérissement des forêts dans certaines régions de l'Amérique du Nord. Les symptômes du phénomène comprennent le dessèchement des rameaux de la cime des arbres, la diminution de la taille des feuilles et leur décoloration précoce. Le déclin des peuplements d'érables et d'autres feuillus que nous observons à l'heure actuelle au pays semble être plus marqué et plus répandu que par le passé. Des études menées en Ontario et au Québec révèlent que les dépôts acides et le transport à grande distance d'autres polluants atmosphériques pourraient contribuer au dépérissement des forêts.

LE RÔLE DES FORÊTS

Les forêts jouent un rôle vital dans l'équilibre biologique de la planète. Elles convertissent, à l'aide de la lumière solaire, le gaz carbonique et l'eau en matières organiques et en oxygène. Ce processus, appelé photosynthèse, leur permet d'emmagasiner l'énergie tirée du soleil et leur fournit le carbone nécessaire à la fabrication de tissus végétaux.

Le feuillage, les tissus ligneux, les racines, les fleurs, les fruits et les graines produits par les végétaux finissent par se décomposer dans le sol. Les feuilles, les racines et le bois morts fournissent énergie et matières nutritives aux champignons, bactéries, insectes, vers de terre et autres animaux. La forêt procure un abri, un lieu de nidification et de la nourriture à un grand nombre d'espèces animales et aide à conserver les réserves en eau.

THE EFFECTS OF ACID RAIN

Sulphur dioxide (SO_2), is a major source of acidity in rain. In sufficient concentrations, sulphur dioxide can be toxic to foliage. In the presence of water, sulphur dioxide is converted to sulphuric acid. In the form of acid rain, sulphuric acid is deposited on soil and affects soil chemistry.

The other major acidic component of acid rain is nitric acid which is derived from nitrogen oxides (NO_x). Contrary to the effects of sulphur dioxide, nitrogen compounds may stimulate plant growth. This stimulation may be beneficial on a short term basis but in the long term, the effects are harmful and nitrogen may be released to the aquatic system.

The majority of terrestrial scientists would agree that the impact of acid rain does not directly destroy the above ground parts of the plants. What acid rain does is disrupt the natural soil processes. This includes leaching of soil nutrients and a reduction in nutrient status (calcium, magnesium and potassium), which leads to decreases in soil pH. Under conditions of low soil pH (less than 5.2), there is an increased availability of aluminum. Aluminum, in turn, can be toxic to plant roots and soil organisms.

This is a slow process.

At first, soils are able to counter inputs of acidic materials. Eventually, however, the basic soil chemicals will be used up and the entire buffering capability of the soil will be lost. The soil acidity will increase very rapidly and adversely affect the terrestrial ecosystem. Due to differing soil composition in different regions, this will not occur geographically in a uniform manner. In addition, the time scale for this phenomenon could vary widely from a few years to a few centuries.

De plus, les forêts représentent un facteur économique important : l'industrie du bois, la chasse, la pêche et de nombreuses activités récréatives en dépendent.

LES EFFETS DES PLUIES ACIDES

L'anhydride sulfureux (SO_2) est l'une des principales causes de l'acidification des pluies. À certaines concentrations, le SO_2 peut être toxique pour le feuillage. Au contact de l'eau, il se transforme en acide sulfurique. Lorsque l'acide sulfurique retombe sous forme de pluie acide, il modifie la composition chimique des sols.

L'acide nitrique, qui est un dérivé des oxydes d'azote (NO_x), est l'autre composé acide important. Contrairement à l'anhydride sulfureux, les composés azotés peuvent stimuler la croissance des plantes, mais ils peuvent avoir des effets néfastes à long terme sur les végétaux, et l'azote risque d'être libéré dans les cours d'eau.

La majorité des spécialistes de l'étude des sols s'entendent pour dire que les pluies acides ne détruisent pas directement la partie visible des végétaux. Les pluies acides bouleversent plutôt les processus naturels du sol. Elles entraînent, entre autres, le lessivage des matières nutritives contenues dans le sol (calcium, magnésium et potassium), ce qui a pour effet d'abaisser le pH du sol. Lorsque le pH du sol est bas (moins de 5,2), l'apport en aluminium augmente. L'aluminium peut être toxique pour les racines et les organismes vivant dans le sol.

L'acidification du sol est un processus lent. Le sol possède en effet un pouvoir neutralisant qui lui permet de contrer les effets des pluies acides. Toutefois, avec le temps, les substances neutralisantes contenues dans le sol s'épuisent; l'acidité du sol augmente alors rapidement et endommage l'écosystème terrestre. Compte tenu des différences dans la composition des sols, l'effet des pluies acides n'est pas uniforme d'une région à l'autre. De plus, la durée du processus varie grandement : il peut prendre quelques années ou quelques siècles.

SUMMARY OF CLASSIFICATION OF TERRESTRIAL (SOIL) SENSITIVITY TO ACID DEPOSITION IN ONTARIO

The capacity of soils to tolerate acidic inputs has been classified based on soil chemistry, texture and depth. The relative areas falling into each sensitivity class are shown in the table below.

Class	Total area (km ²)	% of Province
Highly sensitive	335,000	31.3
Moderately sensitive	192,000	18.0
Non-sensitive	247,000	23.1
Organic (not rated)	295,000	27.6

FOREST AREAS AT RISK

The forest areas likely to be affected are those on soils which are shallow, sandy and/or have limited pools of buffering chemicals. Such conditions are prevalent in the Precambrian Shield areas of Canada.

The areas most likely to be affected include the Muskoka and Parry Sound districts of Ontario where acid rain may enhance the decline of sugar maple trees. Areas further north in Ontario or in Quebec have similar soil conditions, but because they are further from the source of pollution, the amounts of acid deposited are lower and the acidification process proceeds more slowly.

Much of the recent severe dieback of sugar maples in Ontario was associated with the defoliation by the Forest Tent Caterpillar, especially in the Muskoka/Haliburton areas. Experiments have shown that growth of the insect was greater on foliage subjected to acidic conditions and the caterpillars matured earlier. In recent years, the Gypsy Moth has been spreading northward in Ontario and could create an additional problem for the forests.

Severe dieback of white birch trees in the shoreline area of Lake Superior, especially in the Wawa area and at other sites in Ontario, is currently under investigation. Potential causes of the dieback may have involved acidic precipitation or acidic marine fog. Soils in this area are coarsely textured and extremely acidic. Natural succession of plant communities and changes induced by climatic shift cannot be discounted.

SOMMAIRE DE LA CLASSIFICATION DE LA SENSIBILITÉ DES SOLS AUX DÉPÔTS ACIDES EN ONTARIO

La tolérance des sols à l'acidification est déterminée par leur composition chimique, leur texture et leur épaisseur. Le tableau ci-dessous présente la sensibilité relative du sol en Ontario.

Sensibilité	Superficie totale (km ²)	Proportion du territoire (%)
Marquée	335 000	31,3
Moyenne	192 000	18,0
Nulle	247 000	23,1
Sol organique (non évalué)	295 000	27,6

LES RÉGIONS FORESTIÈRES MENACÉES

Les régions forestières susceptibles d'être touchées par les pluies acides sont celles qui présentent un sol mince, sablonneux ou n'ayant qu'un faible pouvoir naturel de neutralisation, ce qui est le cas dans les régions du Bouclier canadien.

Les régions les plus sensibles aux effets de l'acidification sont celles des districts de Muskoka et de Parry Sound en Ontario, où les pluies acides menacent d'accélérer le dépérissement des peuplements d'érables à sucre. Dans certaines régions plus au nord en Ontario et au Québec, la composition des sols est semblable, mais comme ces régions sont plus éloignées des sources de pollution, les dépôts acides y sont moindres et le processus d'acidification s'effectue plus lentement.

La dégénérescence importante des érables à sucre survenue récemment en Ontario a été attribuée en grande partie à l'action de la livrée des forêts, surtout dans les régions de Muskoka et d'Haliburton. Des expériences ont démontré que la prolifération de ces insectes était plus marquée lorsque le feuillage des arbres était sujet aux effets des précipitations acides et que les chenilles atteignaient plus rapidement leur maturité dans ces conditions. Par ailleurs, l'habitat de la spongieuse s'est étendu vers le nord de l'Ontario depuis quelques années, ce qui pourrait accroître le dépérissement des forêts.

La grave dégénérescence des bouleaux blancs de la zone littorale du lac Supérieur, en particulier dans la région de Wawa et à certains autres endroits en Ontario, fait l'objet d'une étude à l'heure actuelle.

ECONOMIC CONSEQUENCES OF HARDWOOD DECLINE

- Associated with the acid rain question is the rapid reduction in growth rate of sugar maple trees since about 1960. Reduced growth rates are more evident in areas subjected to atmospheric contaminants. In southwestern Ontario, acid rain and ozone are co-deposited and it is difficult to assess their relative contributions to the reduced growth rate.

With reduced rates of growth, less timber will be produced for future harvests. Salvage cutting of affected trees in areas where dieback is encountered is a short term solution and disrupts timber harvest plans.

- Quebec produces about 70% of the world's maple syrup and some 15,000 producers in North America rely on the sugarbush for at least part of their income.
- Although it is difficult to assess, loss of forest cover could have a major impact on non-timber forest resource utilization such as hunting and tourism.

RISKS FOR AGRICULTURAL PRODUCTION

Results of experimental studies indicate that repeated occurrences of highly acidic rain or fog with a pH of less than 3.0 will increase the likelihood of foliar damage to agricultural crops. (Rain in the absence of pollution is expected to have a pH of 5.6, resulting from dissolved carbon dioxide which is naturally present in the atmosphere.) Direct damage has not been verified under natural conditions as the pH of typical rainfall is about 4.2 in southern Ontario.

Acidic deposition could result in soil pH depression. This would increase the frequency of application of agricultural limestone to the crop land. It would be very difficult to attribute any increased demand for lime application when normal agricultural practices, including application of nitrogen-based fertilizers, will also result in soil acidification.

RISKS FOR WILDLIFE

- Large scale losses of the tree canopy are predicted to lead to a decreased abundance of birds that rely on the canopy for food and shelter.

provenant du lac pourraient être à l'origine de ce phénomène. Les sols de la région présentent une texture grossière et sont très acides. Il se peut aussi que la succession naturelle des communautés végétales et les changements entraînés par les variations climatiques à l'échelle planétaire soient en cause.

CONSÉQUENCES ÉCONOMIQUES DU DÉCLIN DES PEUPELEMENTS DE FEUILLUS

- On associe les pluies acides à la diminution rapide du taux de croissance des érables à sucre depuis environ 1960. Le phénomène est plus marqué dans les régions qui sont exposées aux contaminants atmosphériques. Le sud-ouest de l'Ontario étant exposé aux dépôts acides et aux dépôts d'ozone, il est difficile d'évaluer l'impact relatif de chacun de ces deux facteurs sur la croissance des arbres.

Le ralentissement des taux de croissance des arbres laisse présager une diminution des récoltes futures de bois d'œuvre. La coupe de récupération des arbres atteints est une solution à court terme, mais elle perturbe les plans d'exploitation forestière.

- Environ 70 p. 100 de la production mondiale de sirop d'érable provient du Québec et l'érable à sucre constitue une source de revenus pour quelque 15 000 producteurs en Amérique du Nord.
- Bien qu'il soit difficile d'en faire une évaluation précise, la diminution de la couverture forestière pourrait avoir un impact majeur sur les fonctions des forêts autres que la récolte de bois d'œuvre, dont la chasse et le tourisme.

IMPACTS SUR LA PRODUCTION AGRICOLE

Les résultats d'études expérimentales révèlent que plus les précipitations très acides (pH de moins de 3) sous forme de pluie ou de brouillard sont fréquentes, plus les dommages causés aux cultures sont importants. (En l'absence de pollution, la pluie a un pH de 5,6, en raison du gaz carbonique qui est présent naturellement dans l'atmosphère.) On n'a pu déterminer les dommages causés par les pluies dans des conditions naturelles, car le pH des pluies dans le sud de l'Ontario est généralement de 4,2.

Les dépôts acides peuvent causer la diminution du pH des sols, ce qui entraîne la nécessité de traiter plus souvent les terres agricoles avec de la pierre à chaux. Il serait cependant très difficile d'attribuer aux

- Conversely, some bird species that feed among shrub layers on the ground may have increased habitat.
- Following soil acidification, metals and other contaminants, especially cadmium, become more available for uptake through roots of the plants on which animals feed. As a result, these metals can be accumulated in the tissues of wildlife in remote areas which are sensitive to acidification.
- Metals are known to accumulate in lichens which are a food source for wildlife. Moose and deer have accumulated such high concentrations of cadmium in their livers and kidneys that these organs have been declared unfit for human consumption in several provinces in Canada.

FOR MORE INFORMATION

Environment Ontario has several information pieces about acid rain and other topics. These are available through the ministry's Public Information Centre, located at 135 St. Clair Ave. W., Toronto, Ontario M4V 1P5. The Public Information Centre is open Monday through Friday, from 9:00 a.m. to 4:30 p.m.

Or call:

Outside of Toronto 1-800 565-4923
in Toronto 323-4321

REFERENCES

George H. Tomlinson "Effects of Acid Deposition on the Forests of Europe and North America" 1990.

The 1990 Canadian Long-Range Transport of Air Pollutants and Acid Deposition Assessment Report, Part 5, Terrestrial Effects. 1990

Acid Precipitation in Ontario Study (APIOS) Annual Program Report. 1989/1990.

pierre à chaux sur les terres agricoles, car les pratiques agricoles normales, dont l'application d'engrais azotés, contribuent aussi à l'acidification des sols.

INCIDENCE SUR LA FAUNE

- On prévoit qu'une diminution importante du couvert forestier entraînera un déclin des populations d'oiseaux, car les arbres sont la source de nourriture et l'abri des oiseaux.
- De façon réciproque, certaines espèces d'oiseaux qui trouvent leur nourriture dans les buissons ou sur le sol profiteraient d'un habitat plus vaste.
- L'acidification des sols entraîne la mobilisation de métaux et d'autres contaminants, en particulier le cadmium. Ces substances sont absorbées par les racines des plantes dont les animaux se nourrissent. Des métaux peuvent par conséquent s'accumuler dans les tissus des animaux vivant dans les régions éloignées sensibles aux effets de l'acidification.
- Les métaux s'accumulent aussi dans les lichens, dont se nourrissent les animaux. Les concentrations de cadmium dans le foie et les reins des originaux et des chevreuils sont tellement élevées que ces organes ont été déclarés impropres à la consommation dans plusieurs provinces canadiennes.

RENSEIGNEMENTS ADDITIONNELS

Environnement Ontario a publié plusieurs documents d'information sur les pluies acides et sur d'autres sujets. Vous pouvez vous les procurer au Centre d'information du Ministère, situé au rez-de-chaussée du 135, avenue St. Clair ouest, Toronto (Ontario) M4V 1P5. Le Centre d'information est ouvert du lundi au vendredi, de 9 h à 16 h

Tél.: 1-800-565-4923 (de l'extérieur de Toronto)
323-4321 (à Toronto)

BIBLIOGRAPHIE

George H. Tomlinson *Effects of Acid Deposition on the Forests of Europe and North America*, 1990.

Rapport canadien d'évaluation de 1990 sur le transport à distance des polluants atmosphériques et sur les dépôts acides, partie 5, effets sur les milieux terrestres.

Études sur les précipitations acides en Ontario (EPAO), rapport annuel 1989-1990.

